

POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU  
Metsätalouden koulutusohjelma

Anssi Heikkinen

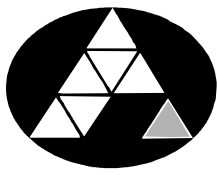
ENNAKKORAIVAUSTARPEIDEN MÄÄRITTÄMINEN ENSIHARVENNUS-  
KOhteilla Metsähallituksen Kuhmon Metsätiimissä

Opinnäytetyö  
Tammikuu 2012

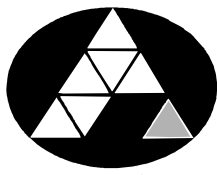
## ALKUSANAT

Tämä metsätalouden koulutusohjelmaan liittyvä opinnäytetyö on tehty Metsähallituksen Kuhmon metsätiimille.

Haluan kiittää yhteistyöstä Kuhmon metsätiimin esimies Jussi Moilasta, Metsähallituksen työntekijöitä, koealajärjestelyyn osallistuneita metsäalan ammattilaisia sekä ohjaavaa opettajaa Esa Etelätaloa ja tutkija Kalle Kärhää. Yhteistyöhenkilöiden apu ollut erityksen tärkeää, koska ennakkoiraivaukseen liittyviä tutkimuksia on tehty aiemmin varsin vähän, ja sen johdosta kirjallista tietoa aiheesta oli niukasti saatavilla.



POHJOIS-KARJALAN  
AMMATTIKORKEAKOULU



POHJOIS-KARJALAN  
AMMATTIKORKEAKOULU

**OPINNÄYTETYÖ**  
**Tammikuu 2012**  
**Metsätalouden koulutusohjelma**

Sirkkalantie 12 A  
80100 JOENSUU  
p. (013) 260 6900

Tekijä  
Anssi Heikkinen

Nimeke  
Ennakkoraivaustarpeiden määrittäminen ensiharvennuskohteilla Metsähallituksen Kuhmon metsätiimissä

Toimeksiantaja  
Metsähallitus, Kuhmon metsätiimi

**Tiivistelmä**

Ensiharvennuskohteille tehdään ennakkoraivaus, jossa puunkorjuuta haittaava alikasvos raivataan puunkorjuukustannusten vähentämiseksi. Raivaustarve on määritetty ennakkoraivaustoimenpidekuvioiden alikasvos-runkoluvun perusteella. Alikasvosien runkolukuun perustuva ennakkoraivausraja laskee, mitä enemmän kohteilla on peitteellisyttä lisäävää kuusialikasvosta.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, onko Kuhmon metsätiimin alueella suunniteltu ennakkoraivauskohteita tarpeettomasti. Tutkimuksen perusjoukko koostui 471 ennakkoraivaustoimenpidekuvioista, joiden yhteinen toteutusala on 2 055 hehtaaria.

Menetelmänä ennakkoraivauskuvioiden valinnassa on käytetty ositettua otantaa. Kuvioiden poiminta on tehty suhteellisen kiintiön perusteella, josta ennakkoraivauskuviot on valittu satunnaisotannalla. Otannalla valittu ennakkoraivausaineisto koostui 52 toimenpidekuvioista ja 769 koealasta. Kuvioille muodostettiin systemaattinen koealaverkosto, jossa koeala vastasi yhden hehtaarin pinta-alaa.

Mitatuista koealoista 26 prosentilla oli todellinen ennakkoraivaustarve. Tämän mukaan Kuhmon metsätiimissä on vuodessa noin 1500 hehtaaria ennakkoraivattavaksi suunniteltuja kohteita, joissa ei ole todellista ennakkoraivaustarvetta.

Kieli  
suomi

Sivuja 39  
Liitteet 6

**Asiasanat**

Ensiharvennus, alikasvos, puunkorjuun tuottavuus, ennakkoraivaus



**THESIS**  
**January 2012**  
**Degree Programme in Forestry**  
Sirkkalantie 12  
FIN 80100 JOENSUU  
FINLAND  
Tel. 358–13-260 6900

Author(s)

Anssi Heikkinen

Title

Determining of Pre-Clearing Needs at First Thinning Sites in Metsähallitus Forestry Team of Kuhmo

Commissioned by  
Metsähallitus, Forestry team of Kuhmo

Abstract

Pre-clearing is done at the first thinning sites where harmful undergrowth is cleared to reduce costs of timber harvesting. Real clearing need has been defined on the basis of the number of stems in the undergrowth in the forestry compartments. The more spruce coverage there is in the undergrowth, the fewer stems there are.

The aim of the thesis was to study if there has been unnecessary planning of pre-clearing sites in the Forestry Team of Kuhmo. The research universe consisted of 471 compartments, and the combined implementation area was 2 055 hectares.

The method in the selection of compartments was stratified sampling. Compartments were collected on the basis of relative quota, from which compartments to be pre-cleared were selected by systematic random sampling. Pre-clearing material consisted of 52 compartments and 769 test areas. A systematic test area network was formed in the compartments, and there every test area represented a one-hectare surface area.

There was a real need for pre-clearing in 26 per cent of the measured test areas. Accordingly, there are 1 500 hectares of sites planned for pre-clearing with no real need for that in the Forestry Team of Kuhmo.

Language  
Finnish

Pages 39  
Appendices 6

Keywords

first thinning, undergrowth, wood harvesting, productivity, pre-clearing



## Sisältö

Alkusanat

Tiivistelmä

Abstract

1	Johdanto .....	7
2	Ennakkoraivauksen vaikutukset ensiharvennuksissa .....	8
	2.1 Ennakkoraivauksen vaikutukset korjuun tuottavuuteen .....	8
	2.2 Ennakkoraivauksen vaikutukset korjuuvaurioihin.....	9
3	Ennakkoraivauksen kustannukset.....	10
	3.1 Raivausmenetelmät .....	10
	3.2 Raivausmenetelmien hehtaarikohtaiset kustannukset.....	11
	3.3 Ennakkoraivauksen ajankohta.....	11
4	Metsähallitus Kuhmon metsätiimi.....	11
	4.1 Toimintaympäristö .....	11
	4.2 Metsätiimin suunnitellut ennakkoraivaukset.....	12
	4.3 Metsätiimin ennakkoraivausmenetelmät.....	12
	4.4 Syyt ennakkoraivauksen suureen määrään.....	13
5	Tutkimuksen tarkoitus .....	14
6	Tutkimusaineisto ja -menetelmät .....	17
	6.1 Perusjoukko- ja kehitysluokka-aineiston koostaminen.....	17
	6.2 Koealojen otantaverkosto .....	17
	6.3 Otokoko .....	17
	6.4 Suunnittelualuekohtainen otokoko .....	18
	6.5 Otanta.....	18
	6.6 Maastomittaukset.....	19
	6.7 Ennakkoraivaustarpeen määrittämiseen liittyvä koejärjestely.....	20
7	Ennakkoraivausrajojen määrittäminen .....	20
	7.1 Ennakkoraivaustiheyden määrittäminen .....	20
	7.2 Kuusialikasvostiheyden vaikutus ennakkoraivausrajan määrittämiseksi.....	24
	7.3 Kuusialikasvoslaskentamenetelmän vertaaminen koejärjestelyn tuloksiin....	24
8	Suunnittelualueiden raivausalojen puustotunnukset .....	26

9	Tulokset ja tulosten tarkastelu.....	28
9.1	Ennakkoraivaustarpeet maanmuokkausmenetelmittäin ja kasvupaikoittain	29
9.2	Tuoreiden kankaiden ennakkoraivaustarpeet maanmuokkaustavoittain.....	30
9.3	Kuivahkojen ja kuivien kankaiden määritetyt ennakkoraivaustarpeet .....	31
9.4	Turvemaiden ennakkoraivaustarpeet maanmuokkaustavoittain .....	31
9.5	Ennakkoraivaustarve kasvupaikoittain.....	32
9.6	Ennakkoraivaustarve maanmuokkaustavoittain.....	33
10	Päätelmät.....	34
10.1	Ennakkoraivauskohteet .....	34
10.2	Huomioitavaa ennakkoraivausta toteutettaessa. ....	36
11	Pohdinta.....	36
11.1	Ennakkoraivauksen toteutus.....	36
11.2	Luotettavuus ja eettisyys.....	37
11.3	Opinnäytetyön prosessi .....	38
11.4	Jatkotutkimus.....	38
	Lähteet .....	39

Liitteet:	Liite 1 Koealakuvioiden osasto ja kuviotiedot
	Liite 2 Maastolomake
	Liite 3 Koejärjestelyn kyselylomake
	Liite 4 Koejärjestelyyn kuuluvan kohteen puustotiedot sekä tulokset
	Liite 5 Sekapuustoisien alikasvoksen ennakkoraivausrajat

# 1 Johdanto

Ennakkoraivauksella tarkoitetaan ensiharvennuskohteiden puunkorjuuta haittaavan alikasvoksen raivausta. Nuorten metsien hoitotoimenpiteiden laiminlyönneistä, väärästä viljeltävästä puulajista ja aikaisemmista metsänhoito-ohjeistuksien ja -menetelmien johdosta ensiharvennuskohteissa on paikoin lehtipuuvaltaista alikasvosvesakkoa, jonka seurauksena sekä korjuukustannukset että puustovauriot lisääntyvät. (Komulainen 2011.) Korjuun tuottavuutta voidaan lisätä raivaamalla ensiharvennuskohteiden runsaasti kasvava alikasvos, jolloin myös puustovauriot vähenevät.

Ennakkoraivauksen lisääntyneet tarpeet ovat nousseet esille reilun kymmenen vuoden aikana koneellisen puunkorjuun lisääntyessä ensiharvennuskohteilla. Myös ensiharvennuskohteiden pinta-alat ovat suurentuneet ja hakkuumäärät lisääntyneet, minkä seurauksena ennakkoraivauksen tarve ja sen merkitys ovat nykyisin laajemmin esillä.

Opinnäytetyön toimeksiantajana on Metsähallitus, Kuhmon metsätiimi. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää ennakkoraivaustyökohteiksi suunniteltujen ensiharvennusmänniköiden raivaustarpeita Kuhmon metsätiimin alueella. Toimituani metsäkoneenkuljettajana 1990-luvun alusta ja monitoimikoneenkuljettajana 1990-luvun lopusta alkaen ennakkoraivausta ei toteutettu lainkaan, koska hakattavat alueet olivat suurimmaksi osaksi päätehakkuita ja yksittäisillä pienialaisilla ensiharvennuskohteiden alikasvoksella ei ollut merkittävää vaikutusta korjuun tuottavuuteen.

Opinnäytetyössä ei ole tutkittu alikasvoksen vaikutusta ajanmenekkiin, korjuuntuottavuuteen, korjuuvaurioihin ja raivauskustannuksiin. Tutkimuksessa ei ole myöskään huomioitu ainespuukertymia ja niiden tiheyksiä. Todellinen ennakkoraivaustarve on määritetty alikasvos-runkoluvun perusteella. Opinnäytetyöhön liittyvät maastomittaukset on tehty kesällä 2011 työharjoittelujakson aikana Metsähallituksessa Kuhmon metsätiimin alueella. Aineiston käsittely ja analysointi on suoritettu syksyllä 2011 työsuhteen päättymisen jälkeen.

## **2 Ennakkoraivauksen vaikutukset ensiharvennuksissa**

### **2.1 Ennakkoraivauksen vaikutukset korjuun tuottavuuteen**

Ensiharvennusten huonojen puunkorjuuolojen syynä ovat useimmiten taimikonhoidon viivästyminen, laiminlyönti tai sen liian lievä toteutus. Lisäksi maaston heikko kantavuus kosteuden vuoksi vaikeuttaa puunkorjuuta turvemilla. Korjuuoloja kohentamalla voidaan lisätä ensiharvennusten määrää nykyisestä tasosta, mikäli taimikonhoitotyöt tehdään ajallaan sekä riittävän voimakkaina. Oikea-aikaisilla taimikonhoitotöillä kasvatettavat taimet pystyvät kehittymään ainespuun mittoihin ennen ensiharvennuksia. (Kärhä, Keskinen, Kallio, Liikkanen & Lindroos. 2006, 12.)

Ennakkoraivaamattomissa harvennushakkuissa hakkuukoneella työskentelyä voi haitata kaadettavien puiden tai niiden välittömässä läheisyydessä sijaitseva alikasvos, joka hidastaa hakkuuta rikkoen teräketjuja, laippoja ja monitoimiosan hydraulikan letkuja. Runsas alikasvos myös estää kuljettajan näkyvyyttä poistettavien puiden valinnassa sekä voi vaikuttaa hakkuukoneen ajolinjan valintaan ja apteraukseen. (Metsätehon opas 2001, 3.) Lisäksi alikasvoksen raivaaminen hakkuukoneella vioittaa korjuupään sähkölaitteita sekä korjattavan rungon ja mittapyörän väliin joutuessa vaikuttaa puutavaran pituuden mittatarkkuuteen. Raivaamattoman alikasvoksen poistaminen hakkuukoneella lisää tarpeettomia työsuoritteita, jotka vähentävät hakkuukoneen tuotosta.

Työtehoseura ja erityisesti Metsäteho ovat tutkineet ennakkoraivauksen kannattavuutta ensiharvennuskohdeissa. Molempien laitosten tulosten perusteella ennakkoraivaus on tarpeellista silloin, kun raivauksen ansiosta puunkorjuukustannukset laskevat enemmän, kuin itse ennakkoraivauksesta koituu kustannuksia. Erityisesti ennakkoraivaus on tarpeellista, kun korjuussa poistettavat puut ovat pieniä ja pitkää alikasvosta on runsaasti. (Kärkkäinen 2010, 215.) Ennakkoraivaus tulisi toteuttaa mieluummin reilu vuosi ennen puunkorjuuta, jolloin raivat-

tu alikasvos ennättää painua maata vasten (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2006, 38).

Ennakkoraivatuilla ensiharvennuskohteilla hakkuukoneenkuljettajalla on paremmat mahdollisuudet määritellä harvennuskohteen puulajivalinta ja poistettavat puut. Näkyvyyttä haittaavan alikasvoksen raivaus parantaa puutavaran laatua, suurentaa ainespuukertymää ja vähentää korjuuvaurioita. Pehmeillä harvennuskohteilla maahan kaadettava raivauspuu estää maaperän rikkoontumista, jolloin se myös lisää kantavuutta. Korjuuolosuhteet harvennusaloilla paranevat toteutetun ennakkoraivauksen myötä, jolloin hakkuukoneen tuottavuus ko-hoaa, sekä kuljettajan työn mielekkyys ja työmotivaatio lisääntyvät. Lisäksi leimikon myynti mahdollisuudet paranevat sekä ympäristöasioita huomioidessa annettujen määräysten ja ohjeiden toteuttaminen helpottuvat. (Metsätehon opas 2001, 3.)

## **2.2 Ennakkoraivauksen vaikutukset korjuuvaurioihin**

Kärhän tekemässä tutkimuksessa alikasvoksen tiheydellä, koolla tai raivausmenetelmällä ei ole ollut vaikutusta korjuuvaurioihin. Tutkimuksen mukaan koealoilla korjuuvaurioita oli alle 5 %. Alhaisten korjuuvaurioiden pääsyynä alikasvoksiltaan tiheillä tutkimuskohteilla oli ilmeisemmin se, että kuljettajat poistivat hakkuulaitteella näkyvyyttä haittaavaa alikasvosta. Mikäli hakkukoneenkuljettajat eivät olisi poistaneet alikasvosta, olisi todennäköisesti vaurioituneista puista syntyviä laatutappioita tullut enemmän. (Kärhä ym. 2006, 69.)

Erityisesti kesäaikaisessa korjuussa käytetty raivaustapa sekä alikasvoksen tiheys vaikuttivat syntyviin korjuuvaurioihin. Kesällä ennakkoraivaamattomilla koealoilla keskimääräinen vaurioprosentti oli 9,0 %. Koealoilla, joista oli raivattu metrin säde ainespuurunkojen ympäriltä, oli vaurioprosentti keskimäärin 5,9 %, sekä totaaliairaivatuilla kohteilla 5,3 %. Talvella vastaavat vaurioprosentit olivat raivaamattomilla koealoilla 1,4 % ja raivatuilla koealoilla 0,4 %. (Kärhä ym. 2006, 70.) Talvikorjuun vähäisen vaurioitumisen selittää jäinen puu, jolloin jäävä puusto sietää paremmin kolhua.

Aikaisemmissa ennakkoraivausiin liittyvissä tutkimuksissa ei ole selvitetty laajasti kantojen korkeuden ja ennakkoraivauksen suhdetta. Mikäli hakkuukoneenkuljettajalla on esteetön näkyvyys harvennettavien puiden tyville, on selvää, että kannot lyhenevät ennakkoraivauksen vaikutuksesta. (Kärkkäinen 2010, 215.)

Erityisesti ennakkoraivaamattomat kohteet, joissa uudistusalojen maanmuokkaus on toteutettu 70–80-luvulla reheville maapohjille auraamalla, kantojen pituus lisääntyy huomattavasti runsaasti alikasvosta kasvavien aurauspenkkojen läheisyydessä. Pitkät kannot vaikeuttavat lähikuljetusta ja lisäävät puustovaurioita koneiden kallistuessa ajouran läheisyydessä oleviin puihin. Lisäksi pitkiksi jääneet kannot vähentävät puutavaran saantoa.

### **3 Ennakkoraivauksen kustannukset**

#### **3.1 Raivausmenetelmät**

Kärhä on tutkinut ensiharvennusalojen ennakkoraivauskustannuksia käytettäessä erilaisia raivausmenetelmiä. Tavoitteena on ollut löytää kustannustehokain raivausmenetelmä ensiharvennusmänniköihin. Tutkimuksessa oli käytetty neljää eri raivausmenetelmää, jossa alikasvokseksi on luettu rinnankorkeudeltaan alle 7,0 cm:n sekä kantoläpimitaltaan yli 1,1 cm:n puut. Raivauskustannuksista on laadittu jokaiselle raivaustavalle kustannusmallit. Alikasvoksen tiheys ja keskikantoläpimitta ovat olleet tässä merkitsevinä tekijöinä. (Kärhä ym. 2006, 8, 32.)

Tutkimuksessa käytetyt raivausmenetelmät:

1. metrin säde raivattu ainepuunrunkojen ympäriltä
2. metrin säde sekä muu hakkuuta haittaava alikasvos raivattu
3. metrin säde sekä yli metrin pituinen alikasvos raivattu
4. totaaliraivaus (kaikki alikasvospuut raivattu)

### **3.2 Raivausmenetelmien hehtaarikohtaiset kustannukset**

Raivattaessa metrin säde ainespuiden ympäriltä muodostui keskiraivauskustannukseksi 125 €/ha. Metrin säteen lisäksi raivattaessa muu hakkuuta haittaava alikasvos keskimääräinen kustannus oli 168 €/ha. Poistettaessa metrin säteen lisäksi yli metrin pituinen alikasvos oli keskimääräinen raivauskustannus 178 €/ha, ja korkeimmat keskimääräiset raivauskustannukset ovat 202 €/ha, kun kaikki alikasvospuut oli raivattu (totaaliraivaus). Kärhän tutkimuksen mukaan paras tulos kustannustehokkuudeltaan saavutetaan raivattaessa metrin säteen lisäksi muu yli 1,5–2 m pituinen hakkuuta vaikeuttava kuusialikasvos, huomioiden korjuun ajanmenekki ja raivauskustannus. (Kärhä ym. 2006, 10, 32).

### **3.3 Ennakkoraivauksen ajankohta**

Ennakkoraivauksesta saadaan parempi hyöty silloin, kun se toteutetaan korjuuta edeltävänä vuonna. Pohjois-Suomessa sekä karuimmilla kohteilla raivaus tulisi tehdä vieläkin aiemmin. Mikäli ennakkoraivaus toteutetaan hieman ennen puunkorjuuta alikasvoksen ollessa vielä lehdessä, jää raivauksen hyöty vähäisemmäksi, hyvissä ajoin toteutettuun raivaukseen verrattaessa. Mikäli ennakkoraivaus tehdään lumisena ajankohtana, voivat lumen päältä sahattujen alikasvopuiden pitkiksi jääneet kannot haitata puunkorjuuta.

(Metsätehon opas 2001, 5.)

## **4 Metsähallitus Kuhmon metsätiimi**

### **4.1 Toimintaympäristö**

Metsähallitus on valtion liikelaitos, joka hallinnoi noin 12 miljoonaa hehtaaria valtion omistamia maa- ja vesialueita. (Metsähallitus 2011, a). Metsätalous on yksi Metsähallituksen liiketoiminnan tulosalueita, joka tuottaa noin 85 prosenttia

Metsähallituksen tuloista. (Metsähallitus 2011, b). Valtaosa valtion omistamista maista sijaitsee Itä- ja Pohjois-Suomessa. Metsähallituksen metsätalouden tulosalueella on seitsemän aluetta, joista Kainuun alue muodostaa yhden tulosalueen. Tulosalueiden toiminnasta vastaavat aluejohtajat.

(Metsähallitus 2011, c).

Kainuun alue on jaettu paikallistasoihin: Kajaanin, Kuhmon ja Suomussalmen metsätiimeihin. Tiimien toiminnasta vastaavat tiimiesimiehet. Kuhmon metsätiimin on jaettu neljään suunnittelualueeseen, joiden yhteinen maapinta-ala on 252 300 hehtaaria. Tästä metsämaan pinta-ala on 191 266 hehtaaria, josta talousmetsäkäytössä on 165 862 hehtaaria. (Moilanen 2011.)

Talousmetsäkäytössä olevasta pinta-alasta on nuorta kasvatusmetsää 79 568 hehtaaria sekä varttunutta kasvatusmetsää 17 194 hehtaaria. Osassa varttuneita kasvatusmetsiä toteutetaan kasvatushakkuiden sijasta ensimmäisiä harvennuksia aikaisemmista metsänhoitotoimenpiteiden myöhästymisistä johtuen. Tästä syystä ennakkoirausta toteutetaan ensiharvennusalojen lisäksi kasvatushakuukohteilla. (Moilanen 2011.)

## **4.2 Metsätiimin suunnitellut ennakkoiraivaukset**

Ensiharvennusta oli toteutettu vuonna 2011 noin 3 000 ha sekä kasvatushakuuta noin 1 000 ha:n alalla. Vuonna 2011 suunniteltuihin ensiharvennuksien sekä kasvatushakkuiden ennakkoiraivauskohteisiin kuului yhteensä 471 toimenpidekuviota. Kuvioden yhteispinta-ala oli 2 651 ha, joista suunnitteluvaiheessa oli jätetty noin 600 ha ennakkoiraivauksen ulkopuolelle, joten ennakkoirausta toteutetaan toimenpidekuvioden 2 055 ha:n alalla. Harvennuskohteiden ennakkoirausta oli toteutettu vuoden 2011 loppuun mennessä noin 1 500 ha. (Moilanen 2011.)

## **4.3 Metsätiimin ennakkoiraivausmenetelmät**

Kuhmon metsätiimissä toteutetaan ennakkoiraivauskohteilla raivausmenetelmää, jossa pyritään poistamaan ainoastaan puunkorjuuta haittaava alikasvos.



Muun hakkuuta häiritsevän alikasvoksen ennakko-raivaus ei ole välttämättä helppoa, koska alikasvospuun häiritsevyys hakkuussa liittyy erityisesti siihen, onko alikasvospuu hakkuukoneen ja kaadettavan puun välissä vai ei. (Kärhä ym. 2006, 72). Kuhmon metsätiimin raivauskohteiden alikasvos on paikoin pitkää ja sakeaa, että metrin säteen ja muun haittaavan alikasvoksen raivaaminen ei onnistu, jolloin menetelmänä käytetään niin sanottua totaali-raivausta. Totaali-raivaus on sikäli nimenä harhaanjohtava, että raivauksessa ei kuitenkaan ehdottomasti poisteta kaikkia alikasvospuita. Totaali-raivauksessa ennakko-raivauskohteelle jätetään monimuotoisuutta lisääviä puulajeja.

#### **4.4 Syyt ennakko-raivauksen suureen määrään**

Tämän hetken ensiharvennuskohteet ovat istutettu 70–80-lukujen vaihteessa. Pääasiallinen kasvatettava puulaji oli mänty, jolloin mäntyä myös istutettiin rehevimmille kasvupaikoille. Tämän lisäksi taimikonhoitotöitä tehtiin vähän, jonka seurauksena raivaamaton koivuvesakko tukahdutti erityisesti reheville kasvupaikoille istutetut männyt. Lisäksi vanhojen metsänhoito-ohjeiden mukaisesti kaikki lehtipuut tuli poistaa taimikoilta sekä toteuttaa kemiallinen vesakontorjunta raivauksen yhteydessä. Paikoin taimikonhoidossa toteutettu kemiallinen vesakontorjunta raivauksen yhteydessä epäonnistui. Seurauksena oli, että muutoinkin harvaan istutetun taimikon aukkoisiin kohtiin syntyi runsas kantovesakko. (Koistinen 2011.)

1970-luvulla männyn istutustiheydeksi määritettiin 1 600 r/ha. Ajatuksena oli, että ensiharvennusta ei tarvitse tehdä ja taimikonhoitotyöt toteutetaan kemiallisella vesakontorjunnalla lentomyrkytyksien avulla. Perusteena vähäiseen istutustiheyteen oli, että muutoin ensiharvennuksia tulisi tulevaisuudessa toteuttaa enemmän kuin ylipäänsä olisi mahdollista. Lisäksi lentomyrkytyksillä toteutettu vesakontorjunta suoritettiin Metsähallituksen Kuhmon alueella loppukesällä. Tästä syystä lehvästöön kertyvä yökaste sekä lehtipuiden parempi sietokyky lehvästömyrkytyksille aiheutti yhdessä sen, että vesakontorjunta epäonnistui. Edelleen muutoinkin vähäistä männyn istutustiheyttä harvensivat hirvet ja lumituhot. (Komulainen 2011.)

1970-luvulla pääasiallinen uudistusalojen maanmuokkaus oli palleanuraus. Palleanurauksessa paljastui runsaasti kivennäismaata, jonka seurauksena aurauspenkoille kasvoi luontaisesti tiheä lehtipuuvesakko. Lisäksi 1990-luvulla säästötoimenpiteet aiheuttivat sen, että nuorten metsien hoitotöitä tehtiin vähän. Tästä syystä ensiharvennuskohdeiden alikasvospuut ovat päässeet rehevimmillä kasvupaikoilla kasvamaan riukutuntuneeksi pusikoksi. Ennakkoraivaus näillä kohdeilla vaatii ylimääräistä työtä, joka vaikuttaa raivausajanmenekkiin. Vastaavaa ennakkoraivaustarvetta ensiharvennuskohdeilla Metsähallituksen Suomussalmen hoitoalueella vähentää porotalous. (Komulainen 2011.)

Alikasvoksen ennakkoraivauksen määrään vaikuttaa myös hakkuukoneenkuljettajan korjuumenetelmä sekä puunkorjuuta haittaavan alikasvoksen sietokynnys. (Kärhä ym. 2006,7). Hakkuukoneenkuljettajien erilaisesta sietokynnyksestä johtuen, syntyy herkkyyys suunnitella ennakkoraivausaloja raivauskohdeiksi. (Komulainen 2011).

## 5 Tutkimuksen tarkoitus

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää ensiharvennusmänniköiden todellista ennakkoraivaustarvetta. Alikasvos-runkoluvun perusteella ennakkoraivaustyökohteiksi osoitetuilta raivausaloilta on selvitetty todelliset raivaustarpeet kasvupaikoittain ja maanmuokkaustavoittain, sekä mitkä raivauskohdeet voidaan jättää raivaamatta alikasvos-runkoluvun perusteella. Tutkimuksen hypoteesina oli arvio, jonka mukaan ennakkoraivausta toteutetaan tarpeettomasti. Perusteena tähän oli Metsähallituksen Kuhmon metsätiimin suunniteltujen ennakkoraivauskohdeiden toteutuspinnojen määrä 2055 ha suhteessa harvennuskohdeiden 3000 ha:n pinta-alaan. Tavoitteena olisi, että tarpeeton ennakkoraivaus voitaisiin kohdentaa esimerkiksi taimikonhoitotöihin. Opinnäytetyössä ei ole määritetty ensiharvennuskusikoiden raivaustarvetta.

Kuvat 1–6 on liitetty työhön todellista ennakkoraivaustarvetta määrittävän tutkimuksen havainnoimiseksi. Kuvat ovat koealapeiteiltä, ennakkoraivauskohteiksi osoitetuilta kuvioilta. Runkoluvut ovat nollan (kuva 2) ja reilun 14 000 r/ha (kuva 5) välillä. Tarpeettomia raivausaloja ovat kuvien 1–3 kaltaisten ensiharvennusalueiden alikasvoksiltaan vähäiset ennakkoraivaustyökohteet. Kuten kuvista 4–6 on havaittavissa, ovat ennakkoraivauskohteiden alikasvokset suurimmaksi osaksi lehtipuuvaltaisia. Kuvissa 5 ja 6 ovat todellista ennakkoraivausta vaativat kohteet.



Kuva 1. Kohteessa on toteutettu aikaisempia metsänhoitotöitä.



Kuva 2. Puolukkaturvekangas, jossa ei ole korjuuta haittaavaa alikasvosta.





Kuva 3. Taustalla oleva vähäinen kuusialikasvos voidaan jättää raivaamatta.



Kuva 4. Ojanpenkan lehtipuualikasvosta puolukkaturvekankaalla.



Kuva 5. Ojitetun mustikkaturvekankaan sakeaa koivualikasvosta.



Kuva 6. Ohutturpeisen tuoreen kankaan taimikonhoitotyön laiminlyönnistä johtuvaa pitkää koivualikasvosta.

## 6 Tutkimusaineisto ja -menetelmät

### 6.1 Perusjoukko- ja kehitysluokka-aineiston koostaminen

Ennakkoraivauksen perusjoukon kuviotunnisteiden, toteutuspinta-alojen sekä kehitysluokka-aineistojen tiedot on poimittu metsähallituksen SutiGis suunnittelutila 1:n tietokannasta NextTab -tiedostojen analysointisovelluksen avulla, josta tiedot on siirretty Excel -laskentaohjelmaan. Perusjoukon 471 kuviota on poimittu ennakkoraivauskohteiden toimenpidekuvioista, joiden yhteinen toteutus pinta-ala on 2 055 hehtaaria. (Moilanen 2011.)

### 6.2 Koealojen otantaverkosto

Tutkittava perusjoukko on jaettu kolmeen luokkaan: alle 5 ha, 5–10 ha ja yli 10 ha. Luokituksen perusteena oli, että erilaisille ennakkoraivaustyökohteiden geometrioille saadaan riittävän kattava koealaverkosto. Ennakkoraivauksen perusjoukon tiedostoista on muodostettu koealapistetiedostot raivauskohteiden toimenpidegeometrioihin. Pisteet on sijoitettu yhtenäiskoordinaatiston määrävälillä oleviin kaistoihin määrävälin päähän toisistaan (Tolonen 2011).

Määrävälillä olevissa kaistoissa olevien pisteiden määrävälit pinta-alaluokittain sekä koealat / ha.

- alle 5 ha on 35 m koealoja 8,16 kpl / ha
- 5–10 ha 70 m koealoja 2,04 kpl / ha
- yli 10 ha 100 m koealoja 1 kpl / ha

### 6.3 Otokoko

Jotta luotettavat päätöksentekomenetelmät todellisen ennakkoraivaustarpeen määrittämisessä toteutuvat, on tilastollisen ja teoreettisen otoskoon oltava perusjoukosta yli 30 kpl (Sivonen 2011). Otokooksi on asetettu 10 % jokaisen luokan kokonaismäärästä, jolloin raivausta kartoittavaan otoskookoon tulee pe-

rusjoukosta 47 kuviota. Taulukossa 1 ovat perusjoukon mitattavien kuvioiden määrät pinta-alaluokittain.

Taulukko 1. Pinta-alaluokkien koealat

<5 ha	5–10 ha	>10 ha	yht.
34 kpl	10 kpl	4 kpl	47 kpl

#### 6.4 Suunnittelualuekohtainen otoskoko

Suunnittelualuekohtainen otoskoko on määritetty kehitysluokkien 20 - 30 prosentuaalisella osuudella kehitysluokkien kokonaisalasta. Taulukossa 2 on esitetty 47 koealan prosentuaaliset suunnittelualuekohtaiset osuudet.

Taulukko 2. Prosentuaalinen suunnittelualuekohtainen otoskoko

Alue	20=KasvNuo ha	30=KasvVart ha	ha yht.	%
A	16 424	3 480	19 904	21
B	19 071	3 715	22 786	24
C	23 190	5 144	28 334	29
D	20 883	4 856	25 738	27
Yht.	79 568	17 194	<u>96 762</u>	100

#### 6.5 Otanta

Satunnaisotanta on toteutettu suunnittelualuekohtaisesti asettamalla perusjoukon suunnitteluosastojen kuvioiden kuviotunnukset nousevaan suuruusjärjestykseen Excel -laskentaohjelmaa käyttäen. Mitattavat kuviot on valittu alueittain siten, että maastokohteiksi valitaan jokaisen luokan ensimmäiset kuviotunnisteiden kohteet. Alkuperäiseen perusjoukon suunnittelualueisiin A, B, D tuli muutoksia, koska osa tutkimukseen tulevista koealoista oli ehditty ennakkoraivata ja



osa kohteista oli työn alla. Suunnittelualue C:lle ei tullut perusjoukosta raivausta kartoittaviin otantakuvioihin muutoksia.

Lopullinen otoskoko koostuu ennakkoraivaustoimenpidegeometrioiden 771 koealasta, jossa alle viiden hehtaarin kuvioilla koealoja on 489 kpl, 5–10 hehtaarin 199 kpl sekä yli 10 hehtaarin kuvioilla 81 kappaletta. Koealat jakautuvat 17 työkohteelle ja 52 ennakkoraivauksen toimenpidekuviolle (liite 1). Koealoista kaksi on jätetty otannan ulkopuolelle, koska ne sijaitsivat luontokohteilla (lähde ja ojittamaton suo) nämä alueet kuuluvat metsätalouskäytön ulkopuolelle, jolloin raivaustarpeen määrittämiseen kuului 769 koealapistettä.

## **6.6 Maastomittaukset**

Opinnäytetyöhön liittyviin ennakkoraivaustyökohteiden kuvioihin laaditut koealaverkoston pistetiedostot on siirretty maastotallentimelle. Otantaan kuuluvilta koealoilta on mitattu ympyräkoeloilta alikasvospuiden runkoluku, läpimitta ja pituus. Muita huomioitavia tekijöitä ovat kasvupaikka ja maanmuokkausmenetelmä. Alikasvospuuston rinnankorkeuden keskiläpimitta on mitattu kaulaimella. Koealoilta alikasvosrunkoluku on laskettu 3,99 m pituisen mittavavan avulla, jolla saadaan kertoimella 200 hehtaarikohtainen runkoluku. Alikasvospuuston pituusmittauksessa on käytetty hypsometriä. Maastotallentimen GPS-paikannuksella on haettu ennakkoraivauskohteen koeala. Maastotallentimelle on tallennettu lisäksi mittauskohdan GPS-tieto. Puustotunnukset koealoilta on kirjattu maastolomakkeelle (liite 2), josta tiedot on siirretty Excel-laskentaohjelmaan.

Ennakkoraivauksen puustotunnuksiin ei ole laskettu läpimitaltaan yli 6 cm puita sekä alikasvosta, joiden rinnankorkeus läpimitta oli alle 1 cm. Lisäksi lahopuita sekä pihlaja- ja raitapensaita ei ole otettu otantaan, koska ne jätetään muutoinkin ennakkoraivauksen ulkopuolelle lisäämään luonnon monimuotoisuutta.

## 6.7 Ennakkoraivaustarpeen määrittämiseen liittyvä koejärjestely

Puustomittausten jälkeen on toteutettu maastokäynnillä tapahtuva ennakkoraivaustarpeen määrittämiseen liittyvä kysely 13 metsäalan ammattilaiselle. Koejärjestelyyn osallistuivat metsänhoitoesimies, tiimiesimies, korjuuesimies, puunkorjuuyrittäjä (2), suunnittelumetsuri (4), suunnittelija (3) ja monitoimikoneenkuljettaja. Koejärjestelyn tavoitteena oli selvittää, minkälaisilla alikasvostiheyksillä ennakkoraivaus on tarpeellista toteuttaa.

Ennakkoraivauskohteen koejärjestelyyn liittyvällä koealalla kyselyyn osallistuvat ovat vastanneet visuaalisen arvioinnin perusteella lomakkeeseen (liite 3) oman näkemyksensä raivaustarpeesta sekä tarvittaessa perustelleet raivaustarpeen tai sen tarpeettomuuden. Maastokäynti on toteutettu otantaan kuuluvalla ennakkoraivauskohteelle, johon kului 15 koealaa, joilla myös kysely toteutettiin.

Koejärjestelyyn osallistujille ei ole annettu tietoon kyselyä toteutettaessa koealalla ennakkoon laskettuja puustotiheyksiä. Maastokohteeksi ennakkoraivaustarvetta määrittävään koejärjestelyyn on valittu kohde, jossa on mahdollisimman suuri koealapisteiden runkolukujen vaihteluväli. Maastokäynnillä tapahtuvan koejärjestelyn tuloksien perusteella on selvitetty, minkälaisilla kohteilla ja minkälaisilla tiheyksillä ennakkoraivaus on tarpeellista toteuttaa. Tuloksia on verrattu koealoilta saataviin puustotunnuksiin määritettäessä ennakkoraivaustarvetta.

## 7 Ennakkoraivausrajojen määrittäminen

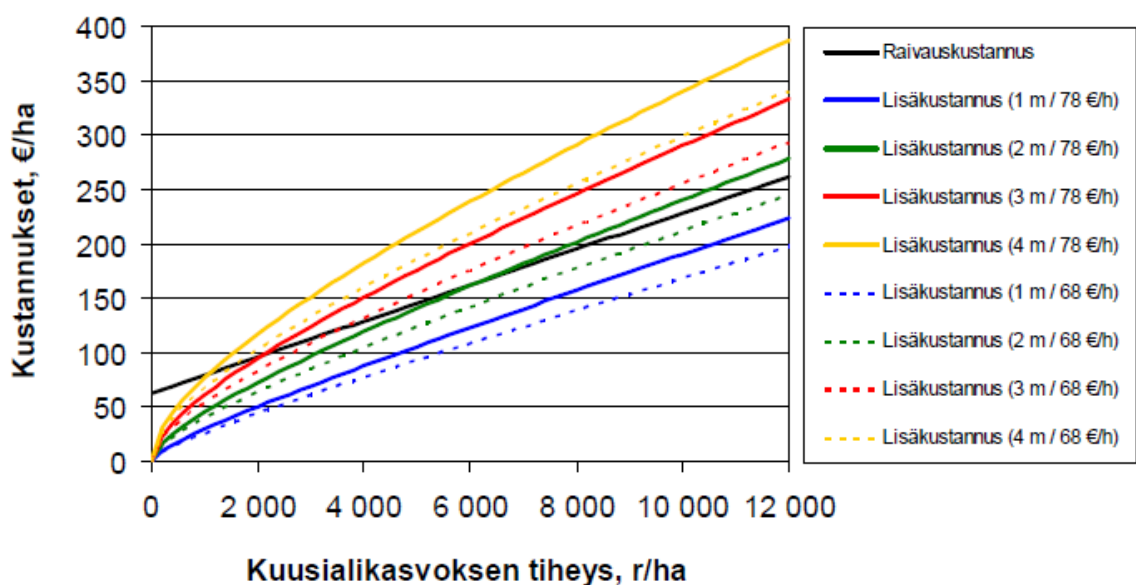
### 7.1 Ennakkoraivaustiheyden määrittäminen

Korjattaessa ensiharvennuspuuta ”keskimääräisistä” korjuuoloista – ainespuukertymä 44 m<sup>3</sup>/ha ja rungon koko 84 dm<sup>3</sup> – keskiraskaan hakkuukoneen (78 €/t) ja kuormatraktorin (53 €/t) muodostamalla korjuuketjulla ensiharvennumännikkö olisi kannattavaa käydä raivaamassa, kun keskipituudeltaan



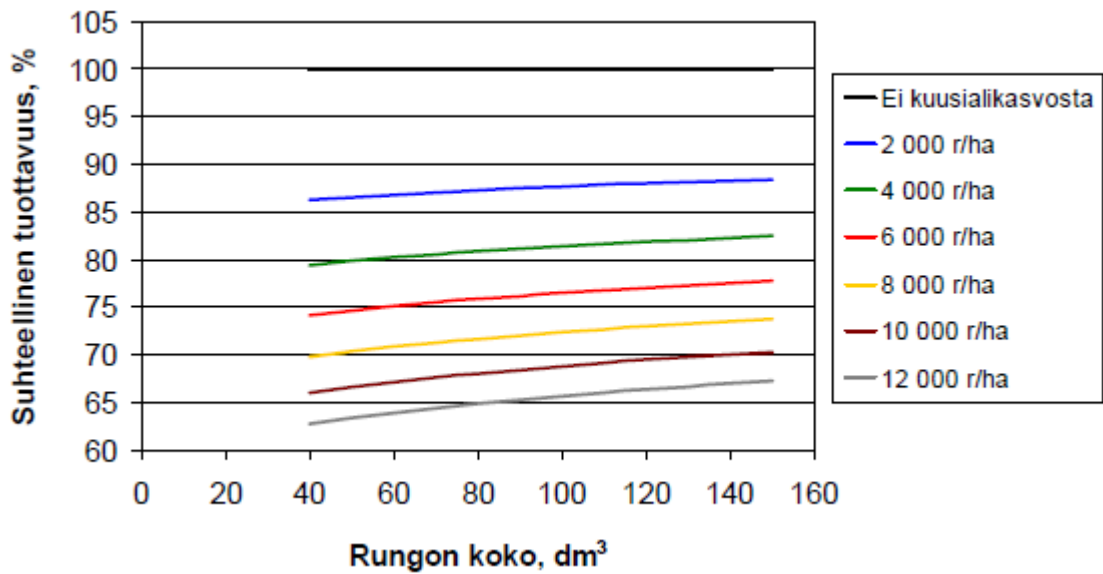
kahden metrin kuusialikasvoksen tiheys ylittää 6 200 r/ha (kuva 7). (Kärhä ym. 2006, 58).

Kun kuusialikasvoksen keskipituus oli 3 m, ennakkoraivausraja siirtyi alemmaksi, 2 200 r/ha. Keskipituudeltaan neljän metrin kuusialikasvoksen kannattava ennakkoraivausraja oli 1 200 r/ha. Kuusialikasvoksen keskipituuden ollessa 1 metri, leimikkoa ei ollut tarpeellista ennakkoraivata, koska ennakkoraivauskustannuskäyrä sekä korjuutyön lisäkustannuskäyrä eivät leikkaneet. (Kärhä ym. 2006, 58.)

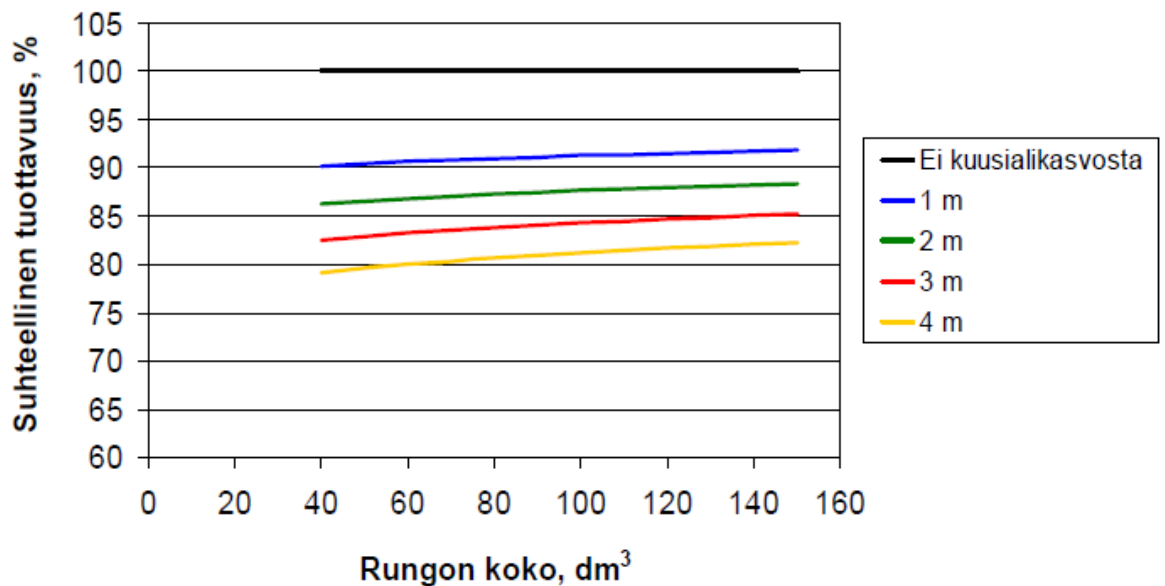


Kuva 7. Kuusialikasvoksen tiheyden ja keskipituuden aiheuttamat lisäkustannukset ensiharvennusmännyn korjuutyössä (hakkuu ja metsäkuljetus) sekä ennakkoraivauskustannukset (metrin säde ja muu hakkuuta haittaava alikasvos raivattu) on esitetty kuusialikasvoksen tiheyden suhteen. (Kärhä ym. 2006, 59).

Ennakkoraivaus on Kärhän esittämän kaavion mukaisesti kokonaistaloudellisesti perusteltua, kun korjuutyön lisäkustannuskäyrä ylittää ennakkoraivauskustannuskäyrän. Ennakkoraivaus ei ole taloudellisesti perusteltua, mikäli raivauskustannuskäyrä ei leikkaa korjuutyön lisäkustannuskäyrää. (Kärhä ym. 2006, 59.)



Kuva 8. Kuusialikasvoksen tiheyden suhteellinen vaikutus hakkuun tuottavuuteen ensiharvennusmännikössä, jossa kuusialikasvoksen keskipituus on 2,0 m (Kärhä ym. 2006, 50). Kuusialikasvoksen tiheyden 2000 r/ha nousu 4000 r/ha aiheuttaa noin 10 % vähennyksen korjuuntuottavuuteen.



Kuva 9. Kuusialikasvoksen keskipituuden suhteellinen vaikutus hakkuun tuottavuuteen ensiharvennusmännikössä, kun kuusialikasvoksen tiheys on 2 000 r/ha. (Kärhä 2006, 50).

Kuva 9 osoittaa, että kuusialikasvoksen keskipituus vaikuttaa hakkuun tuottavuuteen vähemmän kuin kuusialikasvoksen tiheys (kuva 8). Kuusialikasvoksen keskipituuden kasvu yhdestä metristä neljään metriin aiheutti noin 10 prosenttiyksikön vähennyksen korjuuntuottavuuteen, kun kuusialikasvoksen tiheys oli 2 000 r/ha. (Kärhä ym. 2006, 50.)

Koealoilta mitattujen alikasvospuiden keskipituus puulajeittain oli männyllä 4,9 m kuusella 3,2 m ja koivulla 3,7 m. Kasvupaikoittain alikasvoksen keskipituudet vaihtelivat: männyllä 2,2 m, kuusella 1,3 m ja koivulla 1,6 m. Kärhän tekemään tutkimukseen viitaten, alikasvostiheydellä on suurempi vaikutus hakkuun tuottavuuteen kuin keskipituudella. Joten ennakkoraivaustarvetta määrittävässä tutkimuksessa on käytetty korjuukustannuksiin merkittävämmiin vaikuttavaa alikasvostiheyttä.

Taulukko 3. Keskipituuden vaikutus kuusialikasvoksen ennakkoraivausrajaan

Pituus m	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5
Runkoluku/ha	2 200	2 100	2 000	1 900	1 800	1 700
Pituus m	3,6	3,7	3,8	3,9	4	
Runkoluku/ha	1 600	1 500	1 400	1 300	1 200	

Taulukossa 3 on kuusialikasvoksen keskipituuden kolmen metrin ennakkoraivausrajan 2 200 r/ha ja neljän metrin ennakkoraivausrajan 1 200 r/ha alikasvoksen pituuden suhde kuusialikasvoksen ennakkoraivaustiheyteen.

Opinnäytetyössä ennakkoraivaustarvetta määritettäessä on käytetty kuusialikasvoksen ennakkoraivaustiheyttä 2 000 r/ha (taulukko 3), koska koealojen kuusialikasvoksen keskipituus oli 3,2 m.

## 7.2 Kuusialikasvostiheyden vaikutus ennakkoraivausrajan määrittämiseksi

Kuusialikasvos on otettu huomioon laskettaessa ennakkoraivaustarpeen alikasvostiheyksiä. Koejärjestelyyn kuuluvien koealatuloksien (liite 4) perusteella raivaustarve ilmeni keskimääräisen lehtipuualikasvoksen ollessa 5 000 r/ha. Lehtipuualikasvoksen raivaustarve 5 000 r/ha on määritetty koealojen 4 ja 15 keskimääräisellä tiheydellä. Mäntyalikasvos on peitteisyydeltään rinnastettu koivun haittaavaan vaikutukseen, jolloin koivujen sekä mäntyjen rungot on laskettu yhteiseksi runkoluvuksi raivaustarvetta määritettäessä.

Kuusialikasvoksen ennakkoraivausraja 2 000 r/ha keskipituudeltaan 3,2 metriä (taulukko 3) on laskettu suhteessa koejärjestelytulosten koivualikasvoksen keskimääräiseen ennakkoraivausrajaan 5 000 r/ha. Eli koivu-mäntyalikasvoksen ennakkoraivausrajan 5000 r/ha on jaettu kuusialikasvoksen ennakkoraivausrajalla 2000 r/ha, jolloin kuusen peitteellisyys koealoilta saadaan huomioitua kertoimella 2,5.

Ennakkoraivauksen rajaa määritettäessä peitteisyyttä lisäävän kuusialikasvoksen tiheys on lisätty kertoimella 2,5 koivu-mäntyalikasvoksen yhteiseen määrään esim. kuusi 1 000 r/ha \* 2,5 + koivu 2 500 r/ha = 5 000 r/ha. Jokainen kuusialikasvoksen lisäys sadalla vähentää ennakkoraivausrajan alikasvostiheyttä koivu-mäntyalikasvoksen osalta 250 r/ha ja vastaavasti kuusialikasvoksen väheneminen sadalla lisää 250 r/ha koivu-mäntyalikasvoksen ennakkoraivausrajan alikasvostiheyttä. Kuusialikasvoksen ja koivu-mäntyalikasvoksen keskinäistä raivausrajojen suhteista on laadittu taulukko (liite 5).

## 7.3 Kuusialikasvoslaskentamenetelmän vertaaminen koejärjestelyn tuloksiin

Koealalla 5, kukaan vastaajista ei nähnyt raivaustarvetta. Koealalla oli mäntyjä 200 r/ha, kuusia 1 200 r/ha ja koivuja 1 200 r/ha. Kuusialikasvoksen peitteelli-

syys huomioiden kertoimella 2,5 alikasvoksen laskennallinen yhteinen puustotiheys koealalla oli 4 400 r/ha.

Koealalla 9 mäntyalikasvosta oli 2 400 r/ha, kuusta 200 r/ha ja koivuja 1 600 r/ha. Vastaajista kuusi kolmestatoista totesivat kohteelle raivaustarpeen, jossa laskennallinen puustotiheys oli 4 500 r/ha. Kohde oli kuivahkoa kangasta vastaava suo, jonka harvennettava mäntyvaltainen puusto oli harvaa ja pientä. Kolme vastaajista totesi tälle kohteelle ennakko-raivauksen sijasta metsänhoitotöihin liittyvän raivauksen.

Vastaavasti viisi kolmestatoista koejärjestelyyn osallistuneista totesi raivaustarpeen koealalla 12, jossa kuusialikasvoksen tiheys oli 600 r/ha ja koivun 3 400 r/ha. Huomioidessa kuusialikasvos laskentamenetelmää käyttäen oli runkoluku koealalla 4 900 r/ha eli tulos on lähellä koivu-mänty alikasvoksen 5 000 r/ha raivausrajaa.

Merkittävää oli kuitenkin, että kohteella 13 vastaajista kukaan ei todennut raivaustarvetta, jossa kuusialikasvosta oli 200 r/ha ja koivualikasvosta 4 400 r/ha. Raivaustiheys oli kuitenkin 4900 r/ha laskettaessa kuusialikasvoksen peitteisyys kertoimella 2,5. Poikkeama johtuu siitä, että koealalla 12 oli kuusialikasvosta kolminkertainen määrä, joka aiheutti suuremman peitteisyyden. Tämän perusteella kuusialikasvoksen huomioiva laskentamenetelmä toteutuu kun kuusialikasvoksen määrä on noin 400 r/ha.

Koejärjestelyn kuuluvalla kohteella 6 koeala sijaitsi kuivahkolla kankaalla, jonka koivu-mäntyalikasvoksen runkoluku oli 1 000 r/ha. Koealan välittömässä läheisyydessä sijaitsi turvemaan ojanpenkka, jolla kasvoi runsaasti koivu-kuusialikasvosta. Raivaustarpeen määrittämisessä syntyi väärinkäsitys, jolloin osa arvioijista määrittä koealapisteen sijasta ojanpenkan raivaustarpeen, jonka tulosta ei ole huomioitu raivaustarpeen rajaa määriteltäessä. Tulos on sikäli huomioitava, koska erityisesti ojanpenkoilla ovat keskimäärin tiheimmät alikasvospuustot.

Koejärjestelyn tuloksia vertaamalla laskentamenetelmällä saatuihin tuloksiin ei absoluuttisen tarkkaa runkolukua voida kuusialikasvoksen huomioivaa laskentamenetelmää käyttäen määrittää, mutta 5 000 r/ha oleva tulos on suuntaa antava. Todellisia ennakkoraivaustarpeita laskettaessa on käytetty kuusialikasvoksen huomioivaa laskentamenetelmää, koska kuusialikasvoksella on suurempi peittävyys koivu-mäntyalikasvokseen verrattuna. Kuusialikasvosta koealoilla oli keskimäärin 11,5 prosenttia.

## 8 Suunnittelualueiden raivausalojen puustotunnukset

Suunnittelualueiden keskimääräiset ennakkoraivauskohteiden puustotunnukset puulaji kohtaisesti kasvupaikoittain ovat taulukossa neljä. Tuoreiden kankaiden ja niitä vastaavien turvemaiden osuus koealoista oli 68,7 %, kuivahkojen ja vastaavien turvemaiden osuus 28,5 % ja kuivien kankaiden osuus on 2,8 %.

Taulukko 4. Kasvupaikkojen puustotunnukset

	Mänty			Kuusi			Koivu			
Kasvu- paikka	rl/ha yht	Keski lpm. cm	Keski pit.m	rl/ha	Keski lpm. cm	Keski pit.m	rl/ha	keski lpm. cm	keski pit. m	koe alat kpl
1	360	3,8	5,1	466	3,5	3,3	3 949	2,8	4,1	369
2	685	3,5	4,8	357	3,4	3,3	1 904	2,3	3,2	162
3	400	4,4	6,0	200	3,0	2,0	1 182	2,8	3,5	22
4	873	3,6	4,9	591	3,2	3,1	3 639	2,5	3,7	159
5	813	2,8	3,8	400	2,9	2,6	1 742	1,5	2,5	57

### Kasvupaikkojen numerotunniste

1 tuore kangas

2 kuivahko kangas

3 kuiva kangas

4 mustikkaturvekangas

5 puolukkaturvekangas

Taulukossa neljä ovat kasvupaikkojen alikasvospuustojen keskimääräiset läpimitat, pituudet, koealat ja runkoluvut kasvupaikoittain. Suurimmat lehtipuiden alikasvostiheydet sekä peitteellisyyttä lisäävän kuusialikasvoksen tiheydet ovat tuoreilla kankailla ja mustikkaturvekankailla.

Taulukko 5. Puulajisuhteet esitetty kasvupaikoittain prosentteina. Puulajisuhteitaan koivualikasvoksen tiheydet olivat suurimmat tuoreilla kankailla ja niitä vastaavilla turvemailla. Kasvupaikasta riippumatta kuusialikasvosta oli suhteellisen tasaisesti kaikilla kasvupaikoilla, lisäksi mäntyalikasvosta oli runsaimmin kuivahkoilla sekä vastaavilla turvemaan kasvupaikoilla.

Kasvupaikka	Mänty	Kuusi	Koivu
1	7,5	9,8	82,7
2	23,2	12,1	64,6
3	22,4	11,2	66,3
4	17,1	11,6	71,3
5	27,5	13,5	59,0
keskimäärin	17,8	11,5	70,7

### Kasvupaikka

1 tuore kangas

2 kuivahko kangas

3 kuiva kangas

4 mustikkaturvekangas

5 puolukkaturvekangas

## 9 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Taulukossa 6 on suunnittelualueiden koealojen pinta-alaluokkaiset prosentuaaliset todelliset ennakkoraivaustarpeet, jossa ei ole huomioitu maanmuokkausmenetelmiä ja kasvupaikkoja. Taulukossa 6 on yli 4999 runkoluvun perustella lasketut todelliset ennakkoraivaustarpeet kuusialikasvoksen huomioivaa laskentamenetelmää käyttäen. Tuloksia tarkasteltaessa jokainen koeala vastaa yhden ha:n pinta-alaa.

Taulukko 6. Todetut ennakkoraivaustarpeet prosentteina suunnittelualueittain ja pinta-alaluokittain.

	alle 5 ha %	5-10 ha %	yli 10 ha %	Pinta-alaluokat yhteensä %
Alue A	25	<u>22</u>	<u>21</u>	23
Alue B	25	<u>40</u>	<u>31</u>	29
Alue C	26	<u>10</u>	<u>30</u>	23
Alue D	36	<u>19</u>	<u>9</u>	28

Taulukossa 6 olevien 5–10 ha:n sekä yli 10 ha:n kuvioiden todellista ennakkoraivaustarvetta (alleviivattu) ei ole tilastollisesti perusteltua syytä määrittellä suunnittelualueittain, koska 5–10 ha:n koealakuvioita oli kolme / suunnittelualue ja yli 10 ha:n kuvioita yksi / suunnittelualue. Todellinen ennakkoraivaustarve on määritetty suunnittelualueiden pinta-alaluokkien 5–10 hehtaarin ja yli 10 hehtaarin luokkakohtaisen otannan perusteella. Koealoja 5–10 ha:n luokassa oli 199 kpl, joissa määritetty raivaustarve oli 44 koealalla (22,1 %) ja yli 10 ha:n luokassa koealoja oli 81 kpl, joissa raivaustarve oli 18 koealalla (22,2 %).

Suunnittelualueiden keskimääräinen todellinen raivaustarve pinta-alaluokittain oli alle viiden ha:n kuvioilla 29 %, 5–10 ha:n kuvioilla 22,1 % ja yli 10 ha:n kuvioilla 22,2 %. Suunnittelualueiden pinta-alaluokkien keskimääräinen ennakkoraivaustarve on määritetty 26 %:lle koealoista. Ennakkoraivaustarpeen toteutuminen pienialaisilla, alle viiden ha:n kuvioilla on noin 7 % suurempi yli viiden



ha:n kuvioihin verrattuna. Tämän selittää suurempien ennakkoraivaustoteutusalojen vaikeampi määrittäminen, jolloin yli viiden ha:n kuvioilla voi olla kohtalaisen suurikokoisia alueita, joissa ei ole lainkaan ennakkoraivaustarvetta.

### 9.1 Ennakkoraivaustarpeet maanmuokkausmenetelmittäin ja kasvupaikoittain

Taulukossa 7 on esitetty suunnittelualueiden kaikkien koealojen todellinen ennakkoraivaustarve maanmuokkausmenetelmittäin sekä kasvupaikoittain. Eri maanmuokkausmenetelmien ja kasvupaikkojen keskinäisistä ennakkoraivaustarpeista selviävät toteutuneet ennakkoraivaustarpeet kohteittain. Erityisesti kiuilla kankailla ja niitä vastaavilla turvemailla todellista raivaustarvetta oli ainoastaan pienialaisilla kohteilla.

Taulukko 7. Ennakkoraivaustarve maanmuokkausmenetelmittäin sekä kasvupaikoittain.

Maanmuokkausmenetelmä	Kasvupaikka	Koealat yhteensä kpl	Todellinen raivaus tarve %
1	1	87	31
1	2	19	0
1	4	5	60
2	1	175	27,4
2	2	121	5
2	3	22	0
2	4	1	100
2	5	12	8,3
3	1	107	48,6
3	2	22	36,4
3	4	153	35,3
3	5	45	4,4
		769	

## Maanmuokkaus menetelmä

1 auraus

2 äestys

3 ojitus

## Kasvupaikka

1 tuore kangas

2 kuivahko kangas

3 kuiva kangas

4 mustikkaturvekangas

5 puolukkaturvekangas

Taulukossa 7 koealat vastaavat yhden hehtaarin pinta-alaa, jonka perusteella on laskettu ennakkoraivaustarpeiden prosentuaaliset osuudet kasvupaikoittain ja maanmuokkaustavoittain.

## 9.2 Tuoreiden kankaiden ennakkoraivaustarpeet maanmuokkaustavoittain

1970-luvulla uudistusaloille toteutettu maanmuokkaus palleanaurausta paljasti runsaasti kivennäismaata, jolloin erityisesti tuoreiden kankaiden rehevyydestä johtuen aurauspenkoille on syntynyt paikoin tiheä korjuuta haittaava alikasvos. Aurauspenkoilla sijaitsee myös harvennettava puusto. Auraus- ja äestysalueiden todellisen ennakkoraivauksen ero ei ole tuoreilla kankailla kuitenkaan merkittävä, vain noin 3,5 %. Alikasvosten sijoittuminen maanmuokkausalueilla on erilainen. Aurausalueilla alikasvos muodostaa paikoin rehevillä kasvupaikoilla sanka-alikasvosrivistön, kun äestysalueiden ennakkoraivaustarve painottuu erityisesti soiden ja kankaiden vaihetutumisvyöhykkeiden reunoille sekä ohutturpeisille kosteikkopainanteille. Aurausalueilla ennakkoraivaustarve oli 31 %:lla ja äestys kohteilla 27,4 %:lla tuoreiden kankaiden koealoista. Tuoreiden kankaiden kuivatusojitusalueilla todellinen raivaustarve oli lähes 50 %:lla koealoista. Tuoreiden kankaiden suurimmat alikasvostiheydet olivat erityisesti kuivatusojien ympäröimillä, ohut turpeisilla kosteikkopainanteilla.

### 9.3 Kuivahkojen ja kuivien kankaiden määritetyt ennakkoraivaustarpeet

Auraus- ja äestysalueiden kuivahkojen kankaiden todellinen ennakkoraivaustarve oli 3,8 %:lla koealoista, jossa 140 koealasta ainoastaan kuudella runkoluku oli yli 4 999 r/ha. Kasvupaikan karuudesta johtuen, kuivahkoilla kankailla oli erittäin vähän raivaustarvetta. Raivaustarvetta oli ainoastaan alueiden pienialaisilla kosteikkopainanteilla.

Kuivahkojen kankaiden ojitusaluiden koealoista todellinen raivaustarve oli 36,4 %:lla koealoista. Kuivahkoilla kankailla oli pääasiallinen raivaustarve kuivatusojien penkoilla sekä ojituksen vaikutusalueen ohutturpeisilla kosteimmilla alueilla.

Kuivien kankaiden 22 koealalla ei ole todettu lainkaan raivaustarvetta, koska kaikkien koealojen alikasvostiheys oli alle 5 000 r/ha. Alikasvos oli keskipituudeltaan kolme metristä kantovesasyntyistä koivua sekä kuusimetristä riukuuntunutta mäntyä. Kuivilla kankailla ei ole lainkaan raivaustarvetta, mikäli aikaisemmassa taimikon hoidossa on raivattu mahdolliset kylvötuppaat. Kuivien kankaiden osuus oli 2,9 % koko otannasta.

### 9.4 Turvemaiden ennakkoraivaustarpeet maanmuokkaustavoittain

Mustikkaturvekankaiden ojitusalueilla todellinen ennakkoraivaustarve oli 35,3 %:lla koealoista. Kasvupaikan rehevyyden ja kosteuden yhteisvaikutuksesta johtuen raivaustarvetta oli erityisesti mustikkaturve kankaiden ojienpenkoilla sekä paikoin myös ojitusaluiden sarkojen välissä.

Puolukkaturvekankaiden todellinen ennakkoraivaustarve oli 4,4 %. Raivauksen raja 5000 r/ha ylittyi kahdella koealalla 45:stä. Puolukkaturve kankaiden paikoittainen raivaustarve oli ojien penkoilla. Vastaavasti sarkojen välissä ei ollut tarvetta ennakkoraivaukseen. Puolukkaturvekankaiden ojitusalueilla ennakkoraivauksen sijasta voisi toteuttaa metsänhoitoon liittyvän raivauksen, mikäli ai-nespuut ja hakkuukertymät ovat kohteilla pieniä.

Turvemailla maanmuokkaustavoiltaan aurasalueen viisi koealaa ja äestysalueen yksi koeala olivat mustikkaturvekangasta sekä äestysalueen 12 koealaa puolukkaturvekangasta. Koealat olivat pienialaisilla paksuturpeisilla kohteilla, joiden yhteinen määrä on 2,3 % koko otannasta. Vähäisistä koealoista johtuen, kyseisillä kohteilla ennakkoraivauksen tarvetta ei ole tilastollisesti syytä määrittää maanmuokkaustavoittain. Kohteiden ennakkoraivaustarve on määritetty kasvupaikoittain taulukossa 8.

### 9.5 Ennakkoraivaustarve kasvupaikoittain

Ennakkoraivausta kartoittavassa tutkimuksessa tuoreita kankaita oli otoksesta 48,0 %, kuivahkoja kankaita 21,1 %, kuivia kankaita 2,9 %, mustikkaturvekankaita 20,7 % ja puolukkaturvekankaita 7,4 %.

Taulukko 8. Todellinen ennakkoraivaustarve kasvupaikoittain %

Kasvupaikka	Koealat	Koealat yli 4 999 r/ha	%
1	369	127	34,4
2	162	14	8,6
3	22	0	0,00
4	159	58	36,5
5	57	3	5,7
Yhteensä	769	202	26,3

Kasvupaikka

1 tuore kangas

2 kuivahko kangas

3 kuiva kangas

4 mustikkaturvekangas

5 puolukkaturvekangas

Taulukossa 8 on esitetty ennakkoraivauskohteiden kasvupaikkojen todetut ennakkoraivaustarpeet. Tuoreilla kankailla ja niitä vastaavilla turvemailla olivat lähes samat, noin 35 %:n todetut ennakkoraivaustarpeet. Kuivahkoilla kankailla ja

vastaavilla turvemailla oli alle 10 %:n todetut ennakkoraivaustarpeet. Kuivien kankaiden 22 koealalla ei ollut lainkaan raivaustarvetta. Tulos voi johtua osin kuivien kankaiden koealojen vähäisestä määrästä. Mutta tulokset osoittavat, että karuimmilla kasvupaikoilla olivat vähäisemmät todetut ennakkoraivaustarpeet.

## 9.6 Ennakkoraivaustarve maanmuokkaustavoittain

Maanmuokkaustavoittain aurausalueiden osuus oli koko otannasta 14,4 %, äestysalueiden 43 %, ja ojitusalueiden 42,5 %. Suurimmat alikasvostiheydet olivat ojitusalueiden ojienpenkoilla erityisesti rehevillä kasvupaikoilla ojien sijaitessa lähellä kivennäismaata. Tästä syystä ojitetuilla alueilla olivat suurimmat todetut ennakkoraivaustarpeet. Ennakkoraivaustarve oli toteutunut paremmin kohteilla, joissa oli käytetty voimakkaampaa maanmuokkausmenetelmää.

Taulukko 9. Todellinen ennakkoraivaustarve maanmuokkaustavoittain

Maanmuokkaus	koealat	Koealat yli 4 999 r/ha	%
1	111	30	27,0
2	331	56	16,9
3	327	116	35,5
yhteensä	769	202	26,3

Maanmuokkaus menetelmä

1 auraus

2 äestys

3 ojitus

Taulukossa 9 voimakkaampi maanmuokkausmenetelmä selittää aurausalueiden 10 % suuremman määritetyn ennakkoraivaustarpeen verrattuna äestysalueisiin.

## 10 Päätelmät

### 10.1 Ennakkoraivauskohteet

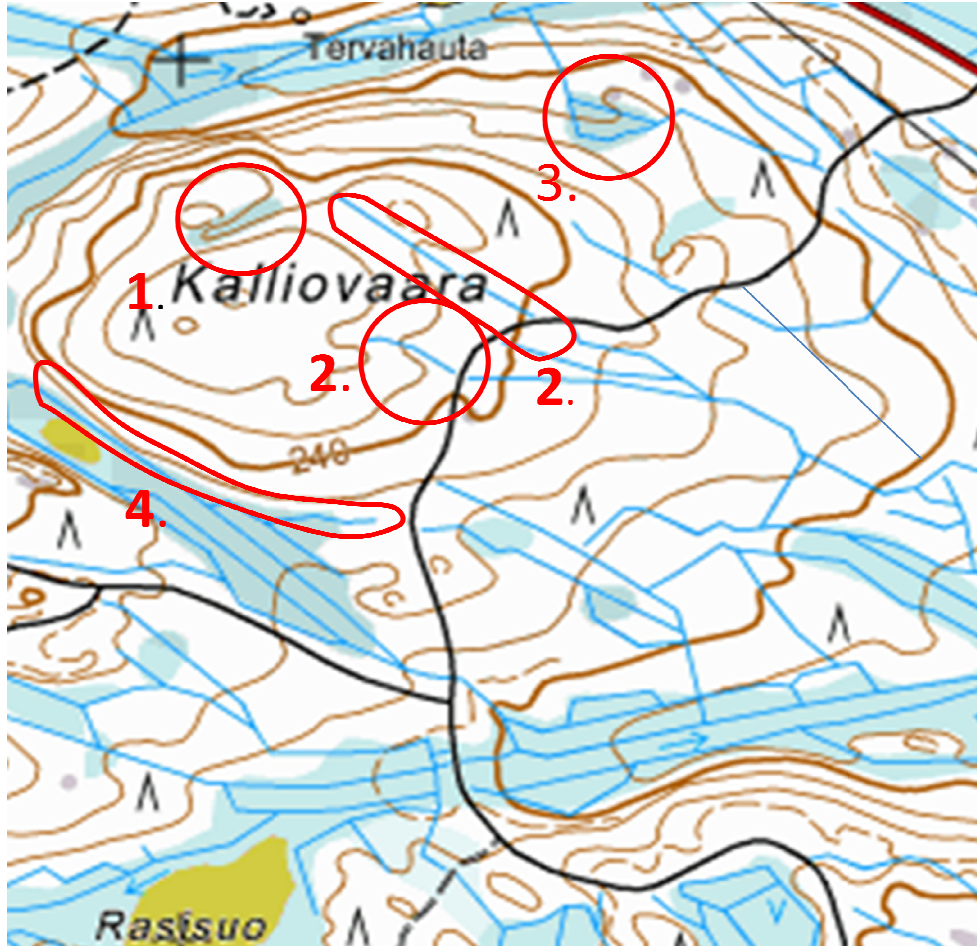
Kasvupaikat ja maanmuokkausmenetelmät huomioiden on todellinen raivaus-tarve määritetty 26 %:lle suunnittelualueiden kaikkien koealojen perusteella. Tu-lokset osittavat, että vuoden 2011 suunniteltujen ennakkoraivaustoimenpide-geometrioiden 2 055 hehtaarin pinta-alasta oli todellista raivausta vaativia koh-teita noin 530 hehtaaria, jolloin raivauksen ulkopuolelle jäi noin 1 500 hehtaaria.

Osassa koealoja oli havaittavissa aikaisemmin toteutettuja taimikonhoitotöitä, jolloin kohteilla ei ollut tarvetta ennakkoraivaukseen. Kasvupaikat vaihteleva erityisesti suurimmilla toteutus-pinta-aloilla, josta syystä tarkka ennako-raivausalojen suunnittelu on haastavaa ja aikaa vievää. Ennakkoraivaukseen suunnitelluilla kuvioilla ei ole historiatietoja aikaisemmista taimikonhoitotöistä, jotka helpottaisivat ennakkoraivaustoteutusalojen määrittelemistä. Tällä hetkellä Kuhmon metsätiimissä ennakkoraivaustyökohteet suunnitellaan maastossa vi-suaalisen arvioinnin tai ilmavalokuvien perusteella

Ennakkoraivausta vaativia kohteita ovat erityisesti tuoreiden kankaiden ohut turpeisiin kosteikkopainanteisiin kaivettujen kivennäismaiden kuivatusojien pen-kat, mustikkaturvekankaiden ojitusalueet ja ojituksen vaikutusalueen ympäristöt. Kohteet ovat turpeen lahoamisesta johtuvan ravinneisuuden sekä kosteuden vaikutuksesta paikoin sakeaa riukuuntunutta lehtipuuvesakkoa. Muita ennako-raivauskohteita ovat tuoreiden kankaiden aurauspälteet sekä äestysalueiden vaihetutumisvyöhykkeet ja kosteikkopainanteet.

Puolukkaturvekankailla paikoittainen ennakkoraivaustarvetta vaativia kohteita ovat ojitusalueiden penkat. Vastaavasti kuivahkojen kankaiden kivennäismailla ei ole merkittävää ennakkoraivaustarvetta. Kuivahkojen ja kuivien kankaiden pienialaisten kosteikkopainanteiden suon ja kankaiden vaihetutumisvyöhykkei-den vähäinen alikasvos tulisi jättää harvennuskohdeilla ennakkoraivauksen ul-kopuolelle, mikäli kohteet ovat pienialaisia.

Kuvaan 9 on merkitty potentiaaliset ennakkoraivauskohteet. Kuvan perusteella on mahdollista havainnollistaa ne alueet, joissa todennäköisemmin on ennakkoraivaustarvetta.



Kuva 10. Ensiharvennusalueen todennäköiset ennakkoraivauskohteet (kansalaisenkarttapaikka).

1. Rinteen väliset kosteikkopainanteet
2. Kivennäismaiden kuivatusojien penkat ja niiden lähiympäristöt
3. Paksuturpeinen kuivatusojitusalue
4. Suon- ja kankaan vaihtumisvyöhykkeet

Ennakkoraivausta toteutettaessa, ei ole kannattavaa poistaa kaikkea alikasvosta. Monimuotoisuutta lisäävien raita- ja pihlajapensaiden lisäksi myös vähäistä kuusialikasvosta tulee jättää raivausaloille. Monimuotoisuuden kannalta parhaita kohteita ovat eri puulajeista koostuvat säästöpuuryhmät, jotka tarjoavat suo-

jaa sekä ravintoa riistalle. Ennakkoraivausta vaativilla kohteilla alikasvokset on kuitenkin syytä poistaa ainespuiden ympäriltä.

## **10.2 Huomioitavaa ennakkoraivausta toteutettaessa.**

Ennakkoraivausta toteutettaessa tulee ottaa huomioon kasvatuskelpoinen taimiaines sekä luonto- ja ympäristöarvot. Ensiharvennus- tai uudistusalojen ennakkoraivauskohteilla täytyy ennakkoraivaajan jättää käsittelemättä työmaalla olevat kasvatuskelpoiset taimet, metsälain 10. §:n mukaiset luontokohteet, jokien ja luonnontilaisten purojen rannat ja niiden reuna-alueet sekä monimuotoisuutta lisäävät säästöpuuryhmät. (Metsätehon opas 2001, 5.)

Ennakkoraivaaja eli metsuri merkitsee ennakkoraivaamattomat kohteet metsäkoneenkuljettajaa varten. Harvinaiset puulajit ja luonnon monimuotoisuutta lisäävät raidat ja pihlajat jätetään raivaamatta, mikäli ne sijaitsevat yli metrin etäisyydellä ainespuun tyveltä. Riistalle tulee jättää suojaksi kataja- ja pajupensaita. Luonto- ja ympäristöarvojen suhteen tulee noudattaa metsälain 10. §:n mukaisien kohteiden, rantametsien sekä säästöpuiden käsittelystä annettuja Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion sekä Metsätehon ohjeita. (Metsätehon opas 2001, 5.)

# **11 Pohdinta**

## **11.1 Ennakkoraivauksen toteutus**

Ennakkoraivaustarve ja sen määrittäminen on ollut erityisen haasteellista, koska alikasvoksen vaikutuksia korjuutyön kustannuksiin ja tuottavuuteen on tutkittu varsin vähän. Tästä syystä ennakkoraivaukseen liittyvää lähdemateriaalia oli niukasti saatavilla, johtuen suhteellisen uudesta ongelmasta. Lisäksi ensiharvennusmänniköiden syvällisemmät ennakkoraivaustutkimukset näyttävät pääasiassa painottuvan kuusialikasvoksen korjuuta haittaavaan vaikutukseen. Metsähallituksen Kuhmon metsätiimin alueella ennakkoraivauskohteet ovat pääasiassa ensiharvennusmänniköiden lehtipuuvesakoita, joten näitä aikaisemmin



tehtyjä tutkimuksia ei Metsähallituksen Kuhmon metsätiimin alueelle voida suoranaisesti hyödyntää.

Ennakkoraivaustarpeet vaihtelevat vuodenaikojen mukaan. Kesällä peitteisyyttä lisää alikasvoskoivikon lehdet ja talvella oksistoon kertyvä lumi. Ajatuksena on ollut ennakkoraivauksen vähentäminen siten, että tiheää lehtipuualikasvosta kasvavat kohteet hakattaisiin kevään ja syksyn aikana. Perusteena on, että ennakkoraivaustarvetta vähentäisi alikasvos lehvästön peitteellisuuden puuttuminen kyseisinä ajankohtina. Mutta tämä menetelmä ei ole toteuttamiskelpoinen koska, korjuun ajankohdat muodostuisivat lyhyeksi sekä kevään ja syksyn keli-rikot vaikeuttaisivat menetelmän toteuttamista. Ennakkoraivausta vaativat kohteet tulee raivata mieluummin alikasvostiheyden perusteella kuin vuodenaikoihin riippuvista syistä.

Ennakkoraivausalojen alikasvosta ei ole syytä raivata, mikäli suurimpien yli 10 hehtaarin harvennuskohdeiden raivausalat ovat pienialaisia pinta-alaltaan alle yhden hehtaarin kokoisia. Suurista ensiharvennuskohdeista, toteutusmääristä, kasvupaikka, maasto- ja vuodenaikaolosuhteista johtuen, todellista ennakkoraivaustarvetta vaativien työkohteiden optimaalinen rajaaminen ensiharvennuskohdeille on lähes mahdotonta toteuttaa. Tästä syystä työkohteeksi osoitetulla alueella ennakkoraivauksen toteuttajan on helpompi määrittää ennakkoraivaustarve alikasvosrunkoluvun ja maaston muotojen perusteella tapauskohtaisesti.

## **11.2 Luotettavuus ja eettisyys**

Koealakuvioden satunnaisotanta on toteutettu asettamalla ennakkoraivauskohdeiden suunnittelualueiden osastojen kuviotunnukset nousevaan suuruusjärjestykseen. Otantaan on valittu suuruusjärjestyksessä olevat suunnittelualuekohtaiset kuviot. Satunnaisotannan perusteella ei ole ollut mahdollista määrittää ennakkoon otantaan tulevia koealakuvioita. Kaikilta koealoilta on tallennettu GPS-tieto sekä ennakkoraivausaloilta mitatut puustotunnukset Metsähallituksen tietojärjestelmään.

Ennakkoraivaustarvetta määrittävässä tutkimuksessa on noudatettu asiallista, tieteellistä käytäntöä. Ennakkoraivausaineiston kvantitatiivisessa tutkimuksessa on kerätyn aineiston käsittelyssä käytetty raivaustiheyteen perustuvia laskennallisia menetelmiä. Maastossa tapahtuneeseen kvalitatiiviseen koejärjestelyyn osallistuneet henkilöt ovat alansa asiantuntijoita, jolloin tutkimukseen osallistuneet ovat antaneet luotettavat ja realistiset visuaaliseen arviointiin perustuvat näkemykset koealojen ennakkoraivaustarpeista.

### **11.3 Opinnäytetyön prosessi**

Tutkimuksen koostaminen on ollut mielenkiintoista, opettavaa sekä haastavaa erityisesti sekapuualikasvoksen ennakkoraivausrajoja määritettäessä. Työn haasteellisuutta lisäsi edelleen tutkimusmateriaalin niukkuus. Excel laskentaohjelma on ollut merkittävä apu koealatietoja käsiteltäessä. Aineiston käsittely laskentaohjelman avulla on vaatinut kuitenkin erityistä tarkkuutta, etteivät mahdolliset virheet ole päässeet kertaantumaan käsittelyn edetessä.

### **11.4 Jatkotutkimus**

Opinnäytetyössä sekapuustoisten kohteiden ennakkoraivausrajat on laskettu koejärjestelyn tulosten keskiarvon sekä Metsätehon tutkimuksen perusteella, jossa Kärhä on selvittänyt ensiharvennusmänniköiden kuusialikasvos kohteilla korjuuntuottavuuden ja raivauskustannusten keskinäisiä suhteita. Sekapuustoissa alikasvoskohteissa ennakkoraivausrajojen tarkempi määrittäminen toteutuu parhaiten laajamittaisempien korjuu- ja raivauskustannuksiin liittyvien jatkotutkimuksien perusteella.

## Lähteet

- Kansalaisenkarttapaikka. 2011. ETRS-TM35FIN – tasokoordinaatit  
N 7141642 E 617299.
- Koistinen, M. 2011. Suunnittelija. Metsähallitus, Kuhmon metsätiimi. Suulliset tiedonannot.
- Komulainen, J. 2011. Korjuuesimies. Metsähallitus, Kuhmon metsätiimi. Suulliset tiedonannot.
- Kärhä, K., Keskinen, S., Kallio, T., Liikkanen, R. & Lindroos, J. 2006. Ennakkoraivaus osana ensiharvennuspuun korjuuta. Metsätehonraportti 187..  
[http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti\\_187.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti_187.pdf).  
24.11.2011.
- Kärkkäinen, M. 2010. Metsieni kirja. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.
- Metsähallitus. 2011.a Konserni.  
<http://metsa.fi/sivustot/metsa/fi/Konserni/Sivut/Konserni.aspx>. luettu\_15.12.2011.
- Metsähallitus. 2011. b Metsähallitus lyhyesti.  
<http://metsa.fi/SIVUSTOT/METSA/FI/KONSERNI/METSAHALLITUSLYHYESTI/Sivut/Metsahallituslyhyesti.aspx>. luettu\_15.12.2011.
- Metsähallitus 2011.c metsätalouden yhteystiedot.  
<http://metsa.fi/sivustot/metsa/fi/Yhteystiedot/Metsatalous/Sivut/Metsataloudenyhteystiedot.aspx>. luettu\_15.12.2011.
- Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 2006. Hyvän metsänhoidon suositukset. Helsinki. Lönnberg Print.
- Metsätehon opas. 2001. Hakkuukonetyömaan ennakkoraivaus.  
[http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Opas/Hakkuukonetyomaan\\_ennakkoraivaus\\_opas.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Opas/Hakkuukonetyomaan_ennakkoraivaus_opas.pdf). luettu\_16.11.2011.
- Moilanen, J. 2011. Tiimiesimies. Metsähallitus, Kuhmon metsätiimi. Suulliset, kirjalliset tiedonannot ja sähköposti.
- Sivonen, K. 2011. Lehtori. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. Sähköposti.
- Tolonen, T. 2011. Tietojärjestelmäasiantuntija. Metsähallitus. Puhelinkeskustelut ja sähköposti.

## Koealakuvioiden osasto ja kuviotiedot

<u>ALUE A</u>			
OSASTO	KUVIOTUN	PINT_ALA	TOT_ALA
< 5 ha			
43	178,5	2	2
43	179	11	1
43	212,3	9	1
43	279,8	18	2
73	6		3
73	6,1		2
73	7		1

OSASTO	KUVIOTUN	PINT_ALA	TOT_ALA
5-10 ha			
43	230	10	9
43	279,6	7	6
73	19,2		9

OSASTO	KUVIOTUN	PINT_ALA	TOT_ALA
>10 ha			
73	1		19

<u>ALUE C</u>			
OSASTO	KUVIOTUN	PINT_ALA	TOT_ALA
<5 ha			
241	6	2	2
243	7	11	1
251	9	1	1
241	9,1	1	0
251	9,1	1	1
251	9,3	0	0
251	9,4	1	1
251	10,1	2	2
251	10,5	3	2
241	18	4	4

<u>ALUE B</u>			
OSASTO	KUVIOTUN	PINT_ALA	TOT_ALA
< 5 ha			
152	8	3	3
152	16	8	1
152	23	3	3
152	23,1	1	1
152	27	2	2
152	28,2	4	4
152	29,3	4	1
152	29,5	5	2
92	93,5	3	3

OSASTO	KUVIOTUN	PINT_ALA	TOT_ALA
5-10ha			
152	16,1	10	10
101	59	10	10
101	63,1	10	5

OSASTO	KUVIOTUN	PINT_ALA	TOT_ALA
>10 ha			
141	8	14	14

<u>ALUE D</u>			
OSASTO	KUVIOTUN	PINT_ALA	TOT_ALA
<5 ha			
292	39	3	3
184	42,1	1	1
182	57	3	3
182	60	2	2
182	68,1	1	1
184	109	2	2
302	447,1	1	1
302	470	2	2
302	472	3	3
302	473	2	1

Liite 1 2/(2)

OSASTO	KUVIOTUN	PINT_ALA	TOT_ALA
5-10 ha			
253	10	10	9
243	19	15	8
241	20	7	7

OSASTO	KUVIOTUN	PINT_ALA	TOT_ALA
> 10 ha			
254	5	25	25

OSASTO	KUVIOTUN	PINT_ALA	TOT_ALA
5-10 ha			
271	50	6	5
182	70	13	7
182	75	5	5

OSASTO	KUVIOTUN	PINT_ALA	TOT_ALA
>10 ha			
271	40	22	21

[illegible]

## Liite 3

## Koejärjestelyn kyselylomake

Raivaustarve K= Kyllä, E= Ei			
Koeala	K	E	Perustelu
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

## Liite 4

Kirjalliseen koejärjestelyyn kuuluvan kohteen puustotiedot sekä tulokset

MM= Maanmuokkaus 1 Auraus 2 äestys 3 Ojitus KP = Kasvupaikka. 1 tuore, 2 kuivahko, 3 kuiva, 4 tuore turve, 5 kuivahko turve K = Todettu ennakkoraivaustarve E = Ei ennakkoraivausta															
Osasto	Kuvio			Mä				Ku				Leh.			
182	70			Keski	Keski			Keski	Keski			Keski	Keski		Tulokset
Koeala	MM	HA	rl/ha	lpm.cm	Pit.		rl/ha	lpm.cm	Pit.		rl/ha	lpm.cm	Pit.	KP	K E
1	3		1 000	2	2		0	0	0		0	0	0	5	0 13
2	2		1 400	3	4		0	0	0		0	0	0	2	0 13
3	3		800	5	7		0	0	0		6 600	3	5	4	12 1
4	3		0	0	0		0	0	0		5 600	4	5	4	8 5
5	3		200	5	8		1 200	2	2		1 200	1	2	5	0 13
6	2		800	3	4		0	0	0		200	3	5	2	6 7
7	3		400	4	6		0	0	0		1 800	1	2	5	0 13
8	3		0	0	0		200	3	3		1 200	1	2	1	1 12
9	3		2 400	3	4		200	5	4		1 600	2	3	5	6 7
10	3		1 000	2	2		0	0	0		3 200	1	2	5	1 12
11	3		0	0	0		200	3	3		2 200	2	3	4	0 13
12	3		0	0	0		600	4	3		3 400	4	5	1	5 8
13	3		0	0	0		200	4	4		4 400	4	5	1	0 13
14	3		0	0	0		200	2	2		200	2	3	4	0 13
15	3	7	0	0	0		0	0	0		4 400	1	2	4	2 11



## Liite 5

## Sekapuustaisen alikasvoksen ennakko-raivausrajat

Taululukossa ovat kuusi ja koivu-mäntyalikasvoksien keskinäiset ennakko-raivaustarpeen alikasvostiheydet, jossa kuusialikasvoksen (ku) keskipituus on 3,2 metriä, alikasvoksen ennakko-raivaustiheys 2 000 r/ha ja koivu-mänty (ko, mä) alikasvoksen ennakko-raivaustiheys 5 000 r/ha.

Ku	Ko,Mä	Raivausraja		Ko,Mä	Ku	Raivausraja
2 000	0	2 000		5 000	0	5 000
1 900	250	2 150		4 750	100	4 850
1 800	500	2 300		4 500	200	4 700
1 700	750	2 450		4 250	300	4 550
1 600	1 000	2 600		4 000	400	4 400
1 500	1 250	2 750		3 750	500	4 250
1 400	1 500	2 900		3 500	600	4100
1 300	1 750	3 050		3 250	700	3 950
1 200	2 000	3 200		3 000	800	3 800
1 100	2 250	3 350		2 750	900	3 650
1 000	2 500	3 500		2 500	1 000	3 500
900	2 750	3 650		2 250	1 100	3 350
800	3 000	3 800		2 000	1 200	3 200
700	3 250	3 950		1 750	1 300	3 050
600	3 500	4 100		1 500	1 400	2 900
500	3 750	4250		1 250	1 500	2 750
400	4 000	4400		1 000	1 600	2 600
300	4 250	4550		750	1 700	2 450
200	4 500	4700		500	1 800	2 300
100	4 750	4850		250	1 900	2150
0	5 000	5000		0	2 000	2000

## Taulukon esimerkki

Kuusi 1 000 r/ha koivu-mänty sekapuusto 2 500 r/ha, jolloin raivausraja saavutetaan runkoluvulla 3 500 r/ha